

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. März 2001 (22.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/19272 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **A61B 19/00**,  
B25J 9/16, 17/02

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **WAPLER, Matthias**  
[DE/DE]; Vogelsang 44, 22926 Ahrensburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03180

(74) Anwalt: **JAAP, Reinhard**; Buchholzallee 32, 19370  
Parchim (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. September 2000 (13.09.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaat (*national*): US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

(30) Angaben zur Priorität:  
199 44 457.9 16. September 1999 (16.09.1999) DE

**Veröffentlicht:**

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US*): **URS UNIVERSAL ROBOT SYSTEMS  
GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Ludwigsluster Chaussee 5,  
19370 Parchim (DE).

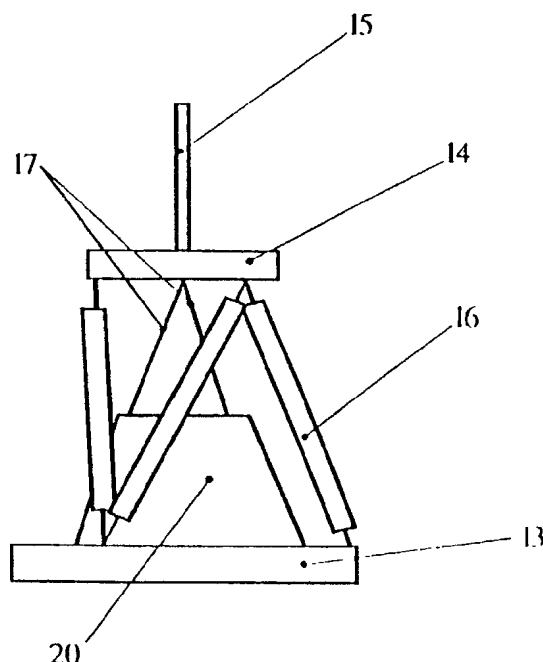
— Mit internationalem Recherchenbericht.

— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PRECISION ROBOT WITH PARALLEL KINEMATICS AND A REDUNDANT SENSOR SYSTEM

(54) Bezeichnung: PRÄZISIONSROBOTER MIT PARALLELER KINEMATIK UND REDUNDANTER SENSORIK



(57) Abstract: Robots of this type are used especially in medical technology but are inadequately protected against functional defects. The invention therefore provides for an independent monitoring device consisting of at least three separate, sensor-monitored measuring sections (17) which are located between the support plate (13) and the working plate (14) and are linked to the working plate (14) and the support plate (13) by end points (18, 19), respectively. The measuring sections (17) are also oriented in a diagonal position in relation to the main axis which extends at right angles to the support plate (13) and the working plate (14).

(57) Zusammenfassung: Roboter dieser Art werden insbesondere in der Medizintechnik eingesetzt. Diese Roboter sind aber nur unzureichend gegen Funktionsausfall gesichert. Es wird daher eine unabhängige Überwachungseinrichtung vorgeschlagen, die aus mindestens drei separaten und sensorüberwachten Meßstrecken (17) besteht. Dabei sind die Meßstrecken (17) zwischen der Gestellplatte (13) und der Arbeitsplatte (14) angeordnet und über Endpunkte (18) an der Arbeitsplatte (14) und über Endpunkte (19) an der Gestellplatte (13) angelenkt. Weiterhin sind die Meßstrecken (17) in einer Schrägstellung zur rechtwinklig zur Gestellplatte (13) und zur Arbeitsplatte (14) verlaufenden Hauptachse ausgerichtet.

WO 01/19272 A1



---

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

### Beschreibung

#### **Präzisionsroboter mit paralleler Kinematik und redundanter Sensorik**

Die Erfindung bezieht sich auf einen Präzisionsroboter mit paralleler Kinematik nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Roboter dieser Art werden in der Industrietechnik oder in der Medizintechnik zur Durchführung der unterschiedlichsten Operationen eingesetzt.

Ein solcher Operationsroboter ist beispielsweise in der DE 196 49 082 C1 beschrieben. Er besteht grundsätzlich aus einer Werkzeugträgereinheit und einer Bedieneinheit, die beide über einen Steuerungsrechner funktionell miteinander verknüpft sind. Die Werkzeugträgereinheit besitzt einerseits ein einstellbares Gestell, das fest mit dem Werkstückaufspanntisch bzw. mit dem Operationstisch verspannt ist und andererseits eine steuerbare Bewegungseinheit, die mit ihrem Werkzeug auf das Werkstück bzw. auf das Körperteil des Patienten ausgerichtet ist. Da das Werkstück bzw. das Körperteil ebenfalls starr mit dem Werkstückaufspanntisch bzw. mit dem Operationstisch verbunden ist, ergibt sich eine fixierte Position des Werkstückes bzw. Körperteiles gegenüber dem Werkzeug.

- 2 -

Insbesondere aus Gründen der Steifigkeit bei kompakt- und leichtbauenden Präzisionsrobotern werden Werkzeugträgereinheiten mit einer parallelen Kinematik eingesetzt, wobei in erster Linie Hexapode Verwendung finden.

Solche parallelkinematischen Werkzeugträgereinheiten sind mit ihren Vorzügen beschrieben in "Parallelkinematische Werkzeugmaschinen", ZWF Moderne Werkzeugmaschinen, Carl Hanser Verlag, München, Jahrgang 94 (1999) 6, Seiten 312 - 315. Sie bestehen aus einem Gestell in Form einer festen Grundplatte und einer, einen Endeffektor tragenden Arbeitsplatte, die beide in besonderer Weise durch eine bestimmte Anzahl von separaten Linearantrieben gelenkig miteinander verbunden sind. Dabei sind die Linearantriebe als Gelenkstäbe mit einem oberen und einem unteren Gelenk ausgebildet und können hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch angetrieben werden. Wegen einer höheren Genauigkeit und wegen des nur im geringen Maße erforderlichen Krafteinsatzes haben sich für medizintechnische Roboter elektrische Linearantriebe durchgesetzt. Jeder dieser Linearantriebe besitzt eine Spindel, einen Elektromotor und ein, die Bewegung des Linearantriebes steuerndes Meßsystem. Dieses Meßsystem ist dazu mit einer Sensorik ausgerüstet, die direkt oder indirekt die Längenänderung der Spindel erfaßt und mit Hilfe des Steuerungsrechners auswertet.

Wegen des hohen Sicherheitsrisikos ist insbesondere beim Einsatz in der Medizintechnik ein unabhängiges Überwachungssystem vorgeschrieben, um Fehler in Bewegungsabläufen sofort zu erkennen, zu signalisieren und den Arbeitsvorgang zu unterbrechen.

- 3 -

Dazu ist aus der US 5 299 288 bekannt, ein solches Überwachungssystem als optisches System auszulegen. Optische Meßsysteme sind aber zu ungenau und werden daher insbesondere für die sensible Medizintechnik abgelehnt.

Bekannt ist auch, das Überwachungssystem den gleichen konstruktiven Aufbau wie das Meß- und Steuersystem zu geben und ebenfalls in jeder der Linearantriebe einzusetzen.

Ein Überwachungssystem zur Überwachung des Meß- und Steuersystemes einzusetzen, daß die gleiche Bauart besitzt, hat Nachteile.

Zunächst wird für den Einsatz des Überwachungssystems ein Einbauraum im Linearantrieb benötigt, der in der Regel nicht vorhanden ist, da aus Kostengründen handelsübliche Linearantriebe verwendet werden müssen und diese für den Einsatz eines solchen zusätzlichen Meßsystems nicht vorbereitet sind.

Dieser beengte Einbauraum schränkt obendrein die Auswahl möglicher Überwachungssysteme stark ein, was oftmals zum Einsatz von nicht besonders effektiven Überwachungssystemen führt, wie es beispielsweise indirekte Messwerterfassungssysteme sind.

Außerdem erfordert das Überwachungssystem einen hohen gerätetechnischen Aufwand, da jeder Linearantrieb mit einer Meßstrecke ausgelegt werden muß. Das verteuert die Herstellung des Präzisionsroboters in unvermeidbarer Weise.

Auch in funktioneller Weise ist dieses Überwachungssystem mit gleicher Bauart von Nachteil. So erkennt es nur solche fehlerhaften Bewegungen der Gewindespindel, wie

- 4 -

es auch das Meßsystem nur in der Lage ist zu erkennen und das sind nur Fehler, die innerhalb des Linearantriebes auftreten. Außerhalb des Linearantriebes auftretende Fehler, die auch einen Einfluß auf die Positionierbarkeit des Endeffektors ausüben, wie z.B. mechanische Verformungen oder Brüche einzelner Teile werden nicht erkannt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, bei einem Präzisionsroboter der vorliegenden Art ein vom Meß- und Steuersystem unabhängige Überwachungseinrichtung zu entwickeln, das auch außerhalb der Linearantriebe liegende und die Positionierbarkeit des Endeffektors verursachende Fehler erkennt und auswertet.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Zweckdienliche Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 8.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung werden die genannten Nachteile des Standes der Technik beseitigt.

Die neue Überwachungseinrichtung ist ausgesprochen genau und sicher, da sie unabhängig vom vorhandenen Meß- und Steuersystem der Linearantriebe arbeitet.

Ein besonderer Vorteil liegt auch darin, daß die Anzahl der Meßstrecken unabhängig von der Anzahl der Linearantriebe gewählt werden kann und somit in optimaler Weise nur drei solcher Meßstrecken eingesetzt werden müssen. Das vereinfacht den Aufbau und minimiert die Herstellungskosten.

Von Vorteil ist auch, daß die Überwachungseinrichtung

- 5 -

wegen der geringen Anzahl der Meßstrecken und wegen der freien Wahl der Schrägstellungen der Meßstrecken und wegen der freien Wahl des gemeinsamen Brennpunktes der Achsen aller Meßstrecken sehr leicht an die verschiedensten Bau- und Einsatzbedingungen der unterschiedlichsten Werkzeugträgereinheiten angepaßt werden kann.

Es ist zwar zweckmäßig, die Endpunkte der Meßstrecken an der Arbeitsplatte auf einem kleineren Kreis und die Endpunkte der Meßstrecken an der Gestellplatte auf einem größeren Kreis anzuordnen, es geht aber auch umgekehrt. Es ist aber auch möglich, die Endpunkte der Meßstrecken an der Gestellplatte in einer von der Kreisform abweichenden Grundordnung anzuordnen. Die Winkelteilung der Meßstrecken zueinander kann gleich oder unterschiedlich sein.

Es bringt auch Vorteile, wenn die Überwachungseinrichtung als Blackbox ausgeführt ist. Das ermöglicht den nachträglichen Anbau an eine bereits vorhandene Roboter-einheit.

Die Erfindung soll nachstehend an Hand eines Ausführungsbeispiels für den medizintechnischen Einsatz näher erläutert werden.

Dazu zeigen

- Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Präzisionsroboters in Verbindung mit einem medizinischen Instrument,
- Fig. 2. eine Werkzeugträgereinheit in Form eines Hexapodes in der Seitenansicht und
- Fig. 3: den Hexapod in der Draufsicht.

- 6 -

Der Präzisionsroboter mit einer parallelen Kinematik besteht aus der eigentlichen Robotereinheit 1 und einer Bedieneinheit 2, die beide funktionell über zwei Datenleitungen 3 und 4 mit einem Steuerungsrechner 5 verbunden sind. Dabei bilden die Robotereinheit 1, die Bedieneinheit 2 und der Steuerungsrechner 5 eine geräte-technische Einheit.

Die Bedieneinheit 2 ist in der Hauptsache mit einem Eingabegerät 6 und einem Monitor 7 ausgerüstet.

Die Robotereinheit 1 ist über verstellbare Trageeinheiten 8 und 9 fest auf einem Operationstisch 10 montiert, wobei der Operationstisch 10 in einer von äußeren Einflüssen weitestgehend befreiten Art ausgeführt ist. Zur Fixierung des entsprechenden Körperteiles eines Patienten ist der Operationstisch 10 mit einer speziellen Halteeinrichtung 11 ausgerüstet.

Die Robotereinheit 1 ist weiterhin mit einer Werkzeug-trägereinheit in Form eines Hexapod 12 ausgerüstet, der mit Hilfe der beiden Trageeinheiten 8, 9 aus jeder Richtung auf einen vorbestimmten Punkt am Körper des Patienten ausrichtbar ist.

Der Hexapod 12 besteht bekanntermaßen aus einer Gestellplatte 13 mit einem Führungsschlitten für den Anschluß an die Trageeinheit 9 und aus einer Arbeitsplatte 14 für die Aufnahme eines Werkzeuges 15 sowie aus sechs, die Gestellplatte 13 und die Arbeitsplatte 14 gelenkig miteinander verbindenden Linearantrieben 16. Dabei sind die sechs Linearantriebe 16 in derartiger Weise ausgerichtet und an der Gestellplatte 13 und der Arbeitsplatte 14 an-



- 7 -

gelenkt, daß sie eine geschlossene Gelenkkette ausbilden. Damit ist die Arbeitsplatte 14 und so auch das auf der Arbeitsplatte 14 befindliche Werkzeug 15 gegenüber der feststehenden Gestellplatte 13 in der Art gelenkig ausgelegt, daß jede vom Eingabegerät 6 der Bedieneinheit 2 eingeleitete und von dem Steuerungsrechner 5 auf einzelne oder mehrere der Linearantriebe 16 signalisierte Bewegungen mit höchster Genauigkeit auf das Werkzeug 15 übertragbar ist.

Die einzelnen Linearantriebe 16 eines in der Medizintechnik eingesetzten Präzisionsroboters werden in der Regel elektrisch betrieben und besitzen demnach eine einerseits angelenkte Gewindespindel mit einer definierten Länge als Meßgröße und eine andererseits angelenkten Gewindemutter und einen von einem Sensor gesteuerten Elektromotor. Dieser Sensor und der Elektromotor bilden zusammen mit der Meßgröße ein Meß- und Steuersystem für den kontrollierten Bewegungsablauf des jeweiligen Linearantriebes 16 und damit letztlich des Werkzeuges 15.

Zur Kontrolle des Meß- und Steuersystems ist zwischen der Gestellplatte 13 und der Arbeitsplatte 14 des Hexapodes 12 ein zusätzliches Überwachungssystem angeordnet. Dieses Überwachungssystem besteht aus mindestens drei Meßstrecken 17, die unabhängig von den Linearantrieben 16 in besonderer Weise an der Gestellplatte 13 und der Arbeitsplatte 14 angeordnet sind.

So besitzt jede Meßstrecke 17 einerseits einen an der Arbeitsplatte 14 befindlichen Endpunkt 18, wobei die Endpunkte 18 aller Meßstrecken 17 möglichst auf einem

- 8 -

konstruktiv kleinstmöglichen Kreis angeordnet sind. Theoretisch kann dieser kleinste Kreis einen Durchmesser von Null aufweisen und so als ein gemeinsamer Endpunkt ausgebildet sein, wie es die Fig. 2 darstellt. Dieser kleinste Kreis der Endpunkte 18 bzw. der gemeinsame Endpunkt befindet sich vorzugsweise im Bereich des geometrischen Mittelpunktes der Arbeitsplatte 14, kann aber auch außerhalb der Arbeitsplatte 14 liegen, wenn mit konstruktiven Mitteln eine synchrone Bewegung der Arbeitsplatte 14 und des Kreises gewährleistet werden kann.

Jede Meßstrecke 17 besitzt auch andererseits einen Endpunkt 19, der sich an der Gestellplatte 13 befindet, wobei die Endpunkte 19 aller Meßstrecken 17 auf der Gestellplatte 13 ein Vieleck ausbilden und vorzugsweise, wie es die Fig. 3 zeigt, ebenfalls auf einem gemeinsamen Kreis liegen. Die Durchmesser der beiden Kreise für die Endpunkte 18 und die Endpunkte 19 sind unterschiedlich groß ausgeführt. Vorzugsweise ist der Durchmesser der auf der Gestellplatte 13 liegenden Endpunkte 19 größer als der Durchmesser der Endpunkte 18 auf der Arbeitsplatte 14. Mit der Differenz der beiden Durchmesser ergibt sich eine Schrägstellung jeder Meßstrecke 17 zu der Hauptachse zwischen der Gestellplatte 13 und der Arbeitsplatte 14, die jeweils zur Gestellplatte 13 und zur Arbeitsplatte 14 einen rechten Winkel einschließt. Die Schrägstellung jeder Meßstrecke 17 besitzt vorzugsweise einen Winkel zwischen 30 und 60°. Dabei können die Winkel aller Meßstrecken 17 gleich oder unterschiedlich gewählt sein, wobei von Vorteil ist, wenn sich die Achsen aller Meßstrecken 17 in einem Brennpunkt treffen. Dieser Brennpunkt kann sich, wie es aus der Fig. 2 ersichtlich

- 9 -

ist, in der Arbeitsplatte 14 befinden oder räumlich außerhalb des Hexapods liegen.

Die Länge jeder Meßstrecke 17 ist als Meßgröße für einen Sensor ausgelegt, der über den Steuerungsrechner 5 mit einem Meßwertausgabegerät verbunden ist.

Zur Anpassung der Meßstrecken 17 an den konstruktiv erforderlichen Abstand der Gestellplatte 13 von der Arbeitsplatte 14 kann die Arbeitsplatte 14 mit einem fest verankerten Podest 20 ausgerüstet sein.

In Vorbereitung auf eine medizinische Operation werden zunächst Befehle vom Eingabegerät 2 über den Steuerungsrechner 5 zur Einrichtung der Robotereinheit 1 auf die Trageeinrichtungen 8, 9 übertragen, wodurch das Werkzeug 15 auf die zu operierende Stelle am Patienten ausgerichtet wird. In dieser Position sind der Körper des Patienten und die Robotereinheit 1 fest verankert.

Zur Durchführung der Operation werden die am Eingabegerät 2 eingegebenen Befehle für die erforderlichen Bewegungen wieder über den Steuerungsrechner 5 auf die einzelnen Linearantriebe 16 gegeben. Dabei vergleicht der Steuerungsrechner 5 die von den einzelnen Sensoren der Lineareinheiten 16 ermittelten Längenpositionen der Gewindespindeln mit den geforderten Längenpositionen und veranlaßt eine entsprechende Korrektur der Länge jeder Gewindespindel.

Die unterschiedlichen Längenveränderungen der einzelnen Linearantriebe 16 führen zu einer definierten Bewegung der Arbeitsplatte 14 und damit des Werkzeuges 15. Dabei bewegt sich die Arbeitsplatte 14 auch definiert zur

- 10 -

feststehenden Gestellplatte 13. Diese relative Bewegung der Arbeitsplatte 14 gegenüber der Gestellplatte 13 wird auf der Grundlage der mindestens drei Meßstrecken 17 überwacht, in dem am Steuerungsrechner 2 jede Abweichung vom Sollwert der Meßgrößen erfaßt, ausgewertet und in ein entsprechendes Ausgabesignal umgewandelt wird. Dieses Ausgabesignal führt zum sofortigen Stop des Präzisionsroboters.

- 11 -

**Aufstellung der Bezugszeichen**

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| 1  | Robotereinheit                |
| 2  | Bedieneinheit                 |
| 3  | Datenleitung                  |
| 4  | Datenleitung                  |
| 5  | Steuerungsrechner             |
| 6  | Eingabegerät                  |
| 7  | Monitor                       |
| 8  | Trageeinheit                  |
| 9  | Trageeinheit                  |
| 10 | Operationstisch               |
| 11 | Halteeinrichtung              |
| 12 | Hexapod                       |
| 13 | Gestellplatte                 |
| 14 | Arbeitsplatte                 |
| 15 | Werkzeug                      |
| 16 | Linearantrieb                 |
| 17 | Meßstrecke                    |
| 18 | Endpunkt an der Arbeitsplatte |
| 19 | Endpunkt an der Gestellplatte |
| 20 | Podest                        |

- 12 -

### Patentansprüche

1. Präzisionsroboter mit paralleler Kinematik und redundanter Sensorik, bestehend aus einer Robotereinheit (1) mit einem Steuerungsrechner (5) und einer Werkzeugträgerereinheit, wobei

- die Werkzeugträgerereinheit aus einer feststellbaren Gestellplatte (13) und einer beweglichen Arbeitsplatte (14) mit einem Werkzeug (15) besteht und die Gestellplatte (13) und die Arbeitsplatte (14) durch mehrere, eine Gelenkkette bildende und meßgesteuert antreibbare Linearantriebe (16) miteinander verbunden sind und
- die Werkzeugträgerereinheit mit einer Überwachungseinrichtung für die Bewegung der Arbeitsplatte (14) ausgerüstet ist,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Überwachungseinrichtung aus mindestens drei separaten und sensorüberwachten Meßstrecken (17) besteht, wobei

- die Meßstrecken (17) zwischen der Gestellplatte (13) und der Arbeitsplatte (14) angeordnet und über Endpunkte (18) an der Arbeitsplatte (14) und über Endpunkte (19) an der Gestellplatte (13) angelenkt sind und
- die Meßstrecken (17) in einer Schrägstellung zur rechtwinklig zur Gestellplatte (13) und zur Arbeitsplatte (14) verlaufenden Hauptachse ausgerichtet sind.

2. Präzisionsroboter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Meßstrecken (17) als Meßgröße ausgebildet ist.

- 13 -

3. Präzisionsroboter nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß alle Meßstrecken (17) mit ihren Achsen in der neutralen Mittelellage einen gemeinsamen Brennpunkt ausbilden und dieser gemeinsame Brennpunkt im Bereich der Arbeitsplatte (14) eingerichtet ist.

4. Präzisionsroboter nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß alle Meßstrecken (17) gemeinsam eine Schrägstellung aufweisen, die gegenüber der rechtwinklig zur Gestellplatte (13) und zur Arbeitsplatte (14) verlaufenden Hauptachse mit einem Winkel von zwischen 30 und 60° ausgeführt ist.

5. Präzisionsroboter nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßstrecken (17) in einer gleichen Winkelteilung zueinander ausgerichtet sind.

6. Präzisionsroboter nach den Ansprüchen 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Gestellplatte (13) zur Verkürzung der Meßstrecken (17) mit einem Podest (20) ausgerüstet ist.

7. Präzisionsroboter nach den Ansprüchen 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung als Blackbox ausgeführt ist und Einrichtungen zum nachträglichen Befestigen an eine vorhandene Robotereinheit (1) besitzt.

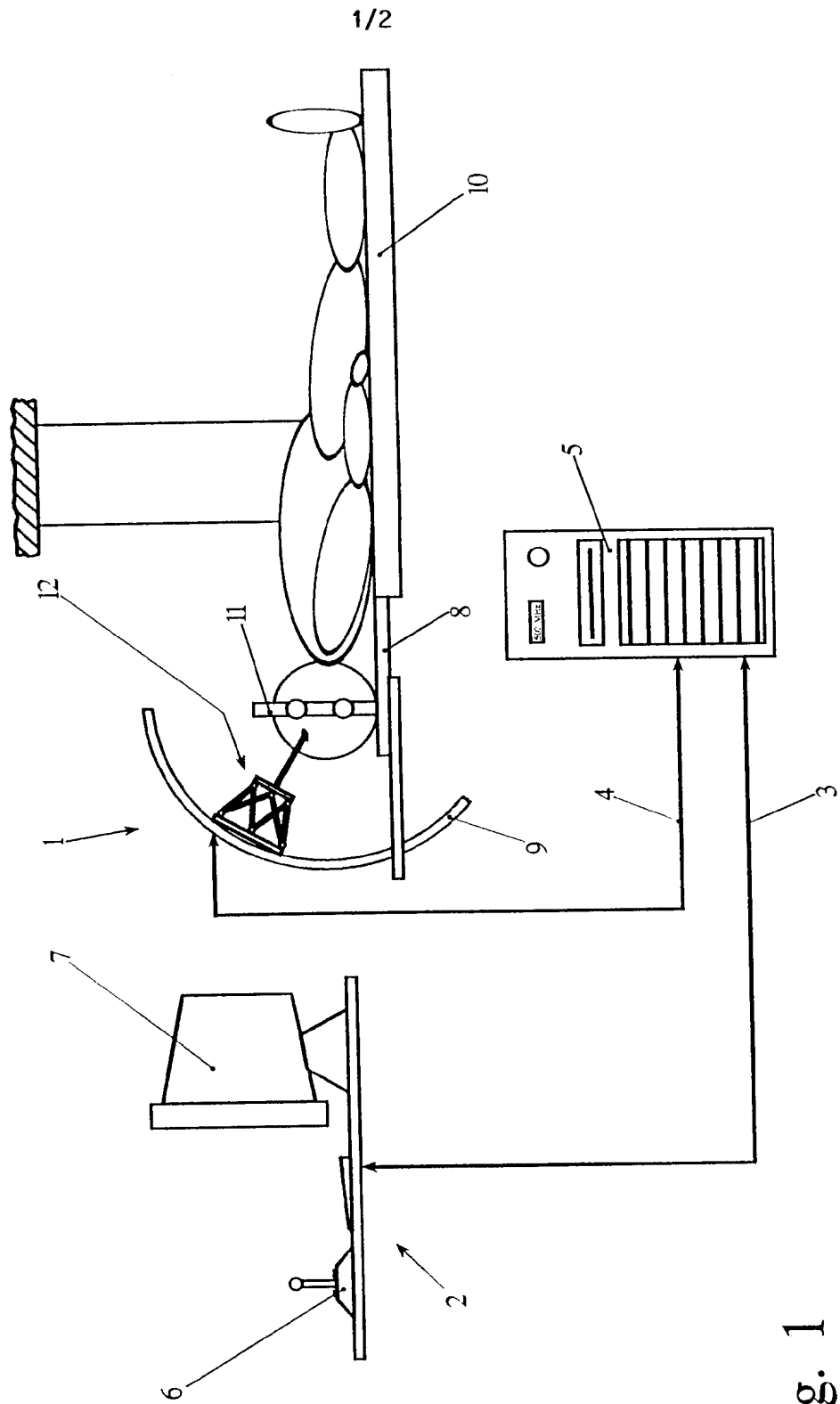


Fig. 1



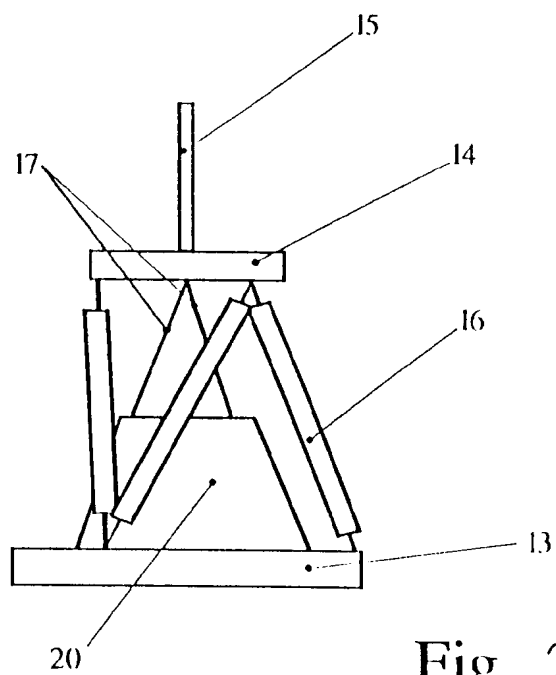


Fig. 2

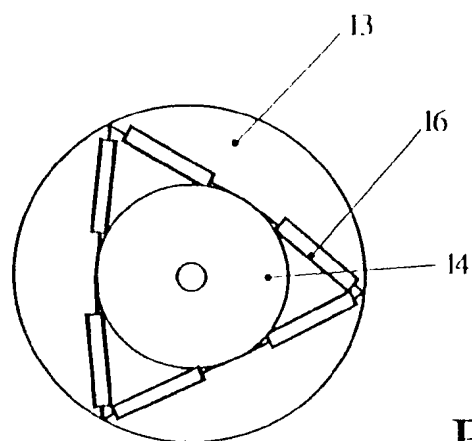


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: 1 Application No  
PCT/DE 00/03180

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 A61B19/00 B25J9/16 B25J17/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B25J A61B B23Q G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | EP 0 834 383 A (GEC ALSTHOM SYST ET SERV)<br>8 April 1998 (1998-04-08)<br>abstract; figure 1<br>column 2, line 43 -column 3, line 22<br>column 3, line 58 -column 4, line 8<br>--- | 1-7                   |
| A          | DE 196 49 082 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG)<br>8 January 1998 (1998-01-08)<br>cited in the application<br>abstract; figures 1,2<br>---  | 1                     |
| A          | US 5 299 288 A (MITTELSTADT BRENT D ET AL)<br>29 March 1994 (1994-03-29)<br>cited in the application<br>abstract; figure 1<br>---  | 1                     |
|            | -/--   |                       |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 January 2001

Date of mailing of the international search report

19/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lumineau, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: 1 Application No  
PCT/DE 00/03180

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |   |                       |
|--|---|-----------------------|
| Category °   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
| A  | US 5 950 629 A (KIM YONG-YIL ET AL)<br>14 September 1999 (1999-09-14)<br>abstract; figure 1A<br>column 16, line 65 -column 17, line 3<br>-----                                  | 1                     |
| A  | DE 39 02 247 A (BODENSEEWERK GERAETETECH)<br>9 August 1990 (1990-08-09)<br>abstract; figures 1,2<br>column 1, line 63 -column 2, line 9<br>column 2, line 51 - line 57<br>----- | 1                     |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03180

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)   | Publication<br>date  |
|---|---------------------|--|--|
| EP 0834383 A                              | 08-04-1998          | FR 2754205 A<br>JP 10124122 A  | 10-04-1998<br>15-05-1998   |
| DE 19649082 C                             | 08-01-1998          | AU 5484498 A<br>WO 9823216 A   | 22-06-1998<br>04-06-1998   |
| US 5299288 A                              | 29-03-1994          | US 5086401 A<br>US 5408409 A<br>EP 0456103 A<br>JP 4231034 A<br>JP 7063472 B                                 | 04-02-1992<br>18-04-1995<br>13-11-1991<br>19-08-1992<br>12-07-1995                             |
| US 5950629 A                              | 14-09-1999          | US 5976156 A<br>US 6024695 A<br>US 5445166 A<br>US 5695500 A<br>US 5402801 A<br>US 5630431 A<br>US 5279309 A | 02-11-1999<br>15-02-2000<br>29-08-1995<br>09-12-1997<br>04-04-1995<br>20-05-1997<br>18-01-1994 |
| DE 3902247 A                              | 09-08-1990          | NONE   |  |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: ☐ les Aktenzeichen

PCT/DE 00/03180

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 A61B19/00 B25J9/16 B25J17/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B25J A61B B23Q G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie <sup>o</sup> | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|---|--------------------|
| A                      | EP 0 834 383 A (GEC ALSTHOM SYST ET SERV)<br>8. April 1998 (1998-04-08)<br>Zusammenfassung; Abbildung 1<br>Spalte 2, Zeile 43 - Spalte 3, Zeile 22<br>Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 4, Zeile 8<br>--- | 1-7                |
| A                      | DE 196 49 082 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG)<br>8. Januar 1998 (1998-01-08)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Zusammenfassung; Abbildungen 1,2<br>---  | 1                  |
| A                      | US 5 299 288 A (MITTELSTADT BRENT D ET AL)<br>29. März 1994 (1994-03-29)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Zusammenfassung; Abbildung 1<br>---   | 1                  |
|                        | ---<br>-/--   |                    |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Januar 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lumineau, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: ales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03180

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |   |                    |
|--|---|--------------------|
| Kategorie <sup>a</sup>                               | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
| A  | US 5 950 629 A (KIM YONG-YIL ET AL)<br>14. September 1999 (1999-09-14)<br>Zusammenfassung; Abbildung 1A<br>Spalte 16, Zeile 65 -Spalte 17, Zeile 3<br>----                                      | 1                  |
| A  | DE 39 02 247 A (BODENSEEWERK GERAETETECH)<br>9. August 1990 (1990-08-09)<br>Zusammenfassung; Abbildungen 1,2<br>Spalte 1, Zeile 63 -Spalte 2, Zeile 9<br>Spalte 2, Zeile 51 - Zeile 57<br>----- | 1                  |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03180

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |            | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| EP 0834383   | A | 08-04-1998                    | FR                                | 2754205 A  | 10-04-1998                    |
|  |   |                               | JP                                | 10124122 A | 15-05-1998                    |
| DE 19649082  | C | 08-01-1998                    | AU                                | 5484498 A  | 22-06-1998                    |
|  |   |                               | WO                                | 9823216 A  | 04-06-1998                    |
| US 5299288   | A | 29-03-1994                    | US                                | 5086401 A  | 04-02-1992                    |
|  |   |                               | US                                | 5408409 A  | 18-04-1995                    |
|  |   |                               | EP                                | 0456103 A  | 13-11-1991                    |
|  |   |                               | JP                                | 4231034 A  | 19-08-1992                    |
|  |   |                               | JP                                | 7063472 B  | 12-07-1995                    |
| US 5950629   | A | 14-09-1999                    | US                                | 5976156 A  | 02-11-1999                    |
|  |   |                               | US                                | 6024695 A  | 15-02-2000                    |
|  |   |                               | US                                | 5445166 A  | 29-08-1995                    |
|  |   |                               | US                                | 5695500 A  | 09-12-1997                    |
|  |   |                               | US                                | 5402801 A  | 04-04-1995                    |
|  |   |                               | US                                | 5630431 A  | 20-05-1997                    |
|  |   |                               | US                                | 5279309 A  | 18-01-1994                    |
| DE 3902247   | A | 09-08-1990                    | KEINE                             |            |                               |